

# Estrutura de uma floresta tropical dez anos após exploração de madeira em Moju, Pará<sup>1</sup>

Fernando Cristóvam da Silva Jardim<sup>2\*</sup>, Larissa Corrêa Lopes Quadros<sup>3</sup>

10.1590/0034-737X201663040001

## RESUMO

Estudos das alterações florísticas e estruturais em áreas de exploração florestal permitem avaliar os impactos e fornecem informações básicas para o manejo florestal racional. Nesse contexto, as dinâmicas florística e estrutural foram avaliadas em uma floresta tropical, dez anos após sua exploração madeireira. O experimento foi executado em 200 ha do Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, em Moju, PA, onde foi feita a exploração madeireira. No entorno de nove clareiras selecionadas foram instaladas faixas de 10 m x 50 m, divididas em parcelas quadradas de 10 m de lado (1 a 5), onde foram inventariadas as plantas com  $DAP \geq 5$  cm. Nas parcelas 1, 3 e 5 e no centro da clareira foram instaladas subparcelas de 2 m x 2 m, onde foram medidos os indivíduos com altura < 10 cm e  $DAP < 5$  cm. O monitoramento da floresta abrangeu um período de nove anos e meio, entre março de 1998 e outubro de 2007. A análise estrutural foi feita com base nos parâmetros de abundância, frequência, dominância, regeneração natural, posição sociológica e índice de valor de importância ampliado (IVIA), sendo comparadas as estruturas da floresta dos anos de 2007 e 1998. Dez anos após a exploração, a alta heterogeneidade foi mantida e aumentou no povoamento mais jovem, graças ao ingresso de espécies com forte demanda por luz. Entretanto, a composição florística e a estrutura da floresta manejada ainda mostram grande importância de espécies que, em florestas não perturbadas, não teriam grande expressão em termos de IVIA.

**Palavras-chave:** análise estrutural; dinâmica florística; dinâmica estrutural; floresta tropical; manejo florestal; monitoramento.

## ABSTRACT

### Structure of a tropical rainforest 10 years after selective logging in Moju-Pará

Studies of the floristic and structural dynamics in forest exploitation areas allow to assess the impacts and provide basic information for the rational forest management. In this context, the floristic and structural dynamics were evaluated in a rainforest, ten years after its logging. The experiment was performed in 200 ha of the Experimental Field of Embrapa Eastern Amazon, in Moju - PA, where logging was done. Around the nine gaps selected, 10 m x 50 m tracks were installed, divided into square plots of 10 m side (1-5), where the plants with  $DBH \geq 5$  cm were inventoried. In plots 1, 3 and 5 and in the gap center subplots of 2 m x 2 m were installed where individuals with height < 10 cm and  $DBH < 5$  cm were measured. The forest monitoring covered a period of 9.5 years, between March 1998 and October 2007. The structural analysis was based on the parameters of abundance, frequency, dominance, natural regeneration, sociological position and extended importance value index (EIVI) and compared the forest structures in 2007 and 1998. Ten years after logging, the high heterogeneity was maintained and increased in the younger population, due to the entry of species with strong demand for light. However, the floristic composition and structure of the managed forest still show great importance of species that, in undisturbed forests, would not have great expression in terms of EIVI.

**Key words:** structural analysis; floristic dynamics; structural dynamics; tropical rainforest; forest management; monitoring.

Submetido em 07/04/14 e aprovado em 03/03/2016.

<sup>1</sup> Dados do projeto "Avaliação da dinâmica florestal após exploração madeireira seletiva", financiado com recursos do CNPq, edital Universal 2006, Processo 470769/2006-8.

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto de Ciências Agrárias, Belém, Pará, Brasil. fernando.jardim@ufra.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Belém, Pará, Brasil. lissa\_quadros@hotmail.com

\*Autor para correspondência: fernando.jardim@ufra.edu.br

## INTRODUÇÃO

A maioria das florestas tropicais nativas da Amazônia tem sido explorada de forma não sustentável, o que implica em perda da cobertura florestal e da diversidade de espécies, antes mesmo que se tenha o conhecimento dessa riqueza natural. Isso tem levado a sociedade a questionar os modelos de utilização dos recursos da floresta

São inúmeras as exigências da humanidade para a conservação desse rico ecossistema. Várias medidas já foram tomadas para se chegar a essa meta e uma delas é a adoção de planos de manejo que visam a utilizar a floresta de forma racional (Souza *et al.*, 2006).

O conhecimento da composição florística e da estrutura da floresta permite o planejamento e o estabelecimento de sistemas de manejo com produção sustentável e condução da floresta a uma estrutura balanceada, bem como a práticas silviculturais adequadas (Souza *et al.*, 2006). Uma forma de se obter dados sobre estrutura, a composição florística e a dinâmica de florestas é a partir do monitoramento em parcelas permanentes. Diversos trabalhos têm sido realizados por meio desse método e geraram informações importantes sobre o comportamento das espécies florestais e arbóreas dentro das florestas (Mory & Jardim, 2001; Nemer & Jardim, 2004; Jardim & Vasconcelos, 2006; Jardim & Soares, 2010), assim como sobre as florestas como um todo (Jardim & Hosokawa, 1986/87; Jardim & Silva, 2003; Francez *et al.*, 2007), gerando subsídios para decisões silviculturais no manejo.

A partir desses dados podem-se fazer deduções sobre a origem, as características ecológicas e sinecológicas, a dinâmica e as tendências de desenvolvimento da floresta, sendo esses elementos básicos para o planejamento do manejo florestal (Jardim *et al.*, 2008). Por outro lado, os desenvolvimentos florístico e estrutural de uma floresta que sofreu exploração madeireira é ainda pouco conhecido, mas é imprescindível para avaliar a sustentabilidade ecológica do manejo florestal.

A análise estrutural, conforme proposta por Finol (1971) e também aplicada por Jardim & Hosokawa (1986/87), aborda a estrutura horizontal, na qual se avaliam a abundância, a frequência e a dominância das espécies, assim como a estrutura vertical, que inclui os parâmetros posição sociológica e regeneração natural.

A estrutura horizontal, conquanto importante em estudos de vegetação, não permite a perfeita caracterização da hierarquia das espécies em termos de importância ecológica, pois nada informa acerca da sua estrutura diamétrica. Tal informação é essencial para caracterizar o grau de estabilidade ecológica e de sustentabilidade dessas espécies no manejo florestal, o que foi inserido na análise estrutural por meio dos parâmetros da estrutura vertical, proposta por Finol (1971).

As projeções de ciclo de corte nos planos de manejo de florestas naturais devem levar em consideração o recrutamento, a mortalidade e o crescimento das espécies, dos quais depende todo o processo dinâmico de recomposição e reestruturação da floresta. Todavia, pouquíssimos estudos têm sido feitos no sentido da caracterização das alterações da estrutura total de florestas impactadas por atividades de manejo florestal (Francez *et al.*, 2007; Francez *et al.*, 2009; Mendes *et al.*, 2013).

O objetivo deste estudo foi avaliar os impactos da exploração madeireira seletiva sobre a composição florística e a estrutura de uma floresta tropical, após dez anos de monitoramento.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudos localiza-se no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, km 30 da Rodovia PA 150, no município de Moju, Pará, com 1059 ha, situado entre as latitudes 2° 07' 30" S e 2° 12' 06" S e longitudes 48° 46' 57" O e 48° 48' 30" O.

O clima do município é do tipo mesotérmico e úmido, em que a temperatura média anual é elevada e varia entre 25 e 27° C. Os solos são representados pela classe Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos típicos (Santos *et al.*, 1985).

A cobertura vegetal da região é composta por uma floresta tropical densa de terra firme, constituída por árvores de grande porte, com altura do dossel na faixa de 25 a 35 m (Serrão *et al.*, 2003).

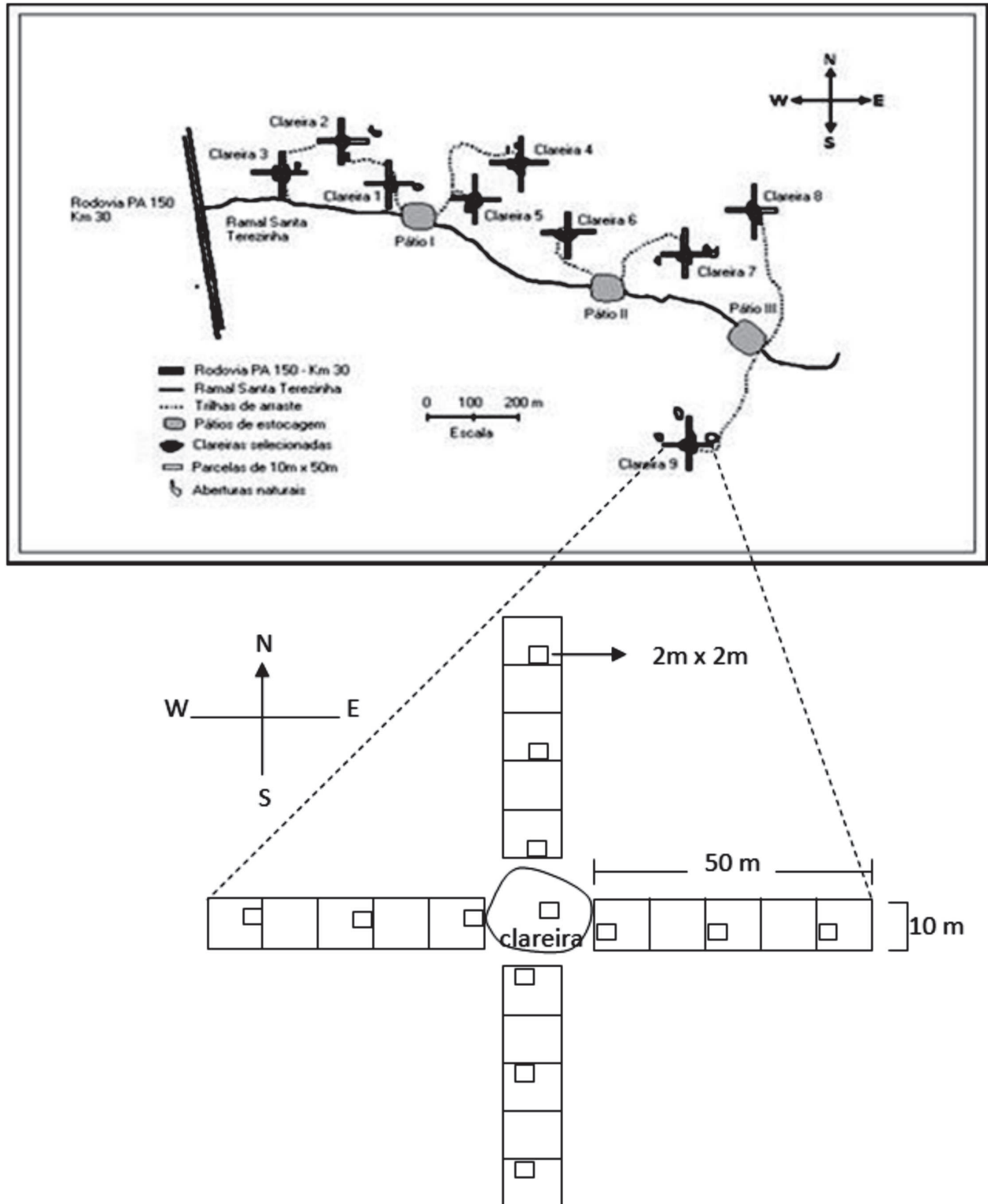
Dentro da Estação Experimental da Embrapa, foi selecionada uma área de 200 ha, a qual sofreu exploração florestal seletiva em 1997, a partir de uma parceria entre a Embrapa e uma empresa madeireira. Nessa área, foram selecionadas nove clareiras provenientes da exploração, com tamanho mínimo de 231 m<sup>2</sup>, e no entorno marcadas parcelas amostrais (Figura 1). Faixas de 10 m x 50 m foram instaladas, começando na bordadura da clareira para dentro da floresta, nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste, portanto, quatro faixas por clareira. Cada faixa foi dividida em parcelas quadradas de 10 m de lado, nas quais foram medidos os indivíduos com DAP  $\geq$  5 cm. Dentro das parcelas localizadas na borda, a 20 e a 40 m da borda, foram instaladas subparcelas quadradas de 2 m de lado, onde foram medidos todos os indivíduos com altura total  $\geq$  10 cm e DAP  $<$  5 cm.

No início do estudo, os espécimes desconhecidos foram identificados por nomes vulgares e tiveram material vegetativo coletado para a determinação a partir da comparação nos Herbários IAN da Embrapa Amazônia Oriental e do Museu Emílio Goeldi. O sistema de classificação botânica utilizado foi o de "Angiosperm Phylogeny

Group” (APG III, 2009) e a nomenclatura botânica conferida com o banco de dados eletrônico disponibilizado pelo Missouri Botanical Garden (Mobot, 2010).

A partir da primeira medição, a cada três meses e sempre logo após o final de cada estação do ano, foram feitas

medições, as quais começaram em junho de 1998 e terminaram em junho de 2001. Em 2007 foram feitas mais duas medições, totalizando 15 medições. Para este estudo, foram utilizados os dados da 1ª e da 15ª medição, portanto, de um intervalo de nove anos e meio de monitoramento.



**Figura 1:** Desenho esquemático da distribuição espacial das amostras nas clareiras no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, Moju, Pará.

A composição florística do ecossistema florestal estudado foi analisada por meio do Quociente de Mistura de Jentsch (QM), que permite ter ideia geral da composição florística da floresta, sendo usado como um fator para medir o grau de heterogeneidade florística da área (Jardim & Hosokawa, 1986/1987). O QM foi calculado pela seguinte expressão:

$$QM = \frac{\text{número de espécies}}{\text{número de indivíduos}}$$

A análise estrutural foi feita segundo a metodologia apresentada em Jardim & Hosokawa (1986/1987), que preconiza a divisão da floresta em estrutura horizontal e vertical e o cálculo do Índice de Valor de Importância Ampliado (IVIA%), dado pela média aritmética dos valores relativos dos parâmetros das estruturas horizontal e vertical. Para o cálculo dos parâmetros Abundância, Dominância, Frequência e Posição Sociológica foram considerados os indivíduos com DAP  $\geq$  20 cm, enquanto aqueles com altura total maior ou igual a 5 cm e DAP menor que 20 cm foram considerados para o cálculo do parâmetro Regeneração Natural.

Considerou-se para análise da variação estrutural somente os valores de IVIA das 40 espécies mais importantes nas duas medições (1998 e 2007), embora se faça uso dos parâmetros isolados para explicar essas variações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Análise das variações florísticas*

Considerando as duas medições, a floresta inventariada apresentou uma composição florística heterogênea, com 314 espécies, 146 gêneros e 64 famílias. A primeira medição, realizada em 1998, apresentou 270 espécies, 136 gêneros e 62 famílias. As alterações da floresta quanto ao recrutamento e mortalidade constataram-se, ao final dos nove anos e meio de monitoramento, 302 espécies, 144 gêneros e 63 famílias.

As famílias mais comuns entre as 314 espécies da área inventariada foram: Mimosaceae (com 25 espécies), Fabaceae (12 espécies), Sapotaceae (12 espécies); Chrysobalanaceae (10 espécies), Lauraceae (10 espécies) e Moraceae (10 espécies); Burseraceae (9 espécies) e Caesalpiniaceae (9 espécies); Annonaceae (8 espécies), Lecythidaceae (8 espécies) e Vochysiaceae (8 espécies); Clusiaceae (7 espécies) e Euphorbiaceae (7 espécies). Essas famílias juntas foram responsáveis por 43% do total de espécies da área estudada.

Os gêneros mais comuns entre as 314 espécies que ocorreram na área foram: *Inga* (8 espécies); *Pouteria* (7 espécies) e *Protium* (7 espécies); *Eschweilera* (6 espécies); *Brosimum*, *Cordia*, *Licania* e *Ocotea* (5 espécies cada um) e *Cecropia*, *Pithecellobium* e *Rinorea* (4 espécies

cada um). Esses gêneros perfazem 7,5% do total de gêneros que ocorreram na área estudada.

Das 314 espécies, 259 foram comuns aos dois períodos de monitoramento, sendo que 86 ocorreram somente na regeneração natural, 24 na população adulta e 112 estão presentes tanto na regeneração como na população adulta. As 259 espécies comuns estão distribuídas em 61 famílias botânicas, com 134 gêneros. Entre essas 61 famílias botânicas, as que apresentaram maior diversidade de espécies foram: Mimosaceae (com 21 espécies), Fabaceae (11 espécies), Sapotaceae (10 espécies), Lauraceae, (9 espécies), Vochysiaceae, Moraceae, Lecythidaceae e Burseraceae (8 espécies cada um), Caesalpinoideae (7 espécies), Euphorbiaceae, Clusiaceae e Cecropiaceae (6 espécies cada um). Essas famílias juntas foram responsáveis por 41,7% das espécies comuns.

Entre os 134 gêneros, os mais representativos foram: *Inga* com 7 espécies, *Pouteria* (6), *Brosimum*, *Eschweilera* e *Licania* (5 espécies cada um), *Cecropia*, *Cordia* e *Ocotea* (4 espécies cada um), *Casearia*, *Vochysia*, *Rinorea*, *Qualea*, *Pithecellobium*, *Parkia* e *Lecythis* (3 espécies cada um). Esses gêneros juntos são responsáveis por 23,5% das espécies comuns nas duas medições.

Nessa floresta, estudos antes e imediatamente após a exploração mostraram que havia o predomínio das espécies *Rinorea guianensis* Aubl. (acariquarana), *Eschweilera coriacea* (A. DC.) Mori (matamatá branco), *Lecythis idatimon* Aubl. (ripeiro), *Protium pilosum* (Cuatz.) Daly (breu) e *Vouacapoua americana* Aubl. (acapu) (Costa *et al.*, 1998; Jardim & Vasconcelos, 2006).

Os resultados do Quociente de Mistura de Jentsch (Tabela 1), embora muito próximos nas duas medições, tanto para o povoamento com DAP < 5 cm (1:26 em 1998 e 1:25 em 2007) como para aquele maior ou igual a 5 cm de DAP (1:10 em 1998 e 1:11 em 2007), indicam que a regeneração natural se tornou mais heterogênea e o povoamento adulto mais homogêneo. Todavia, a floresta como um todo manteve-se a heterogeneidade, sugerindo que a exploração florestal não afetou a composição florística da área. Esses valores indicam que a floresta de Moju é mais homogênea do que a floresta da região de Manaus, cujo Quociente de Mistura de Jentsch foi de 1:8 (Jardim & Hosokawa, 1986/1987).

Os resultados deste estudo indicam que o sub-bosque da floresta estudada apresenta caráter mais homogêneo que o dossel, o que é corroborado por outros estudos na Amazônia, em que se demonstra um aumento da heterogeneidade na estrutura da floresta do sub-bosque para o dossel (Jardim & Hosokawa, 1986/1987; Lima Filho *et al.*, 2002). Esses valores são atribuídos a algumas espécies típicas do sub-bosque, cuja densidade é muito elevada, como *Monotagma secundum*

(cantan), com 598 indivíduos e *Calathea aberrans* (cauaçu), com 489 indivíduos, no ano de 2007, as quais impõem um caráter mais homogêneo a esse estrato da floresta.

Alguns resultados (Swaine & Hall, 1983; Mendes *et al.*, 2012) têm demonstrado que, logo após a perturbação, a diversidade florística da vegetação sucessional é maior que a da floresta madura. Portanto, o manejo florestal com base na regeneração natural é, antes de tudo, uma garantia de manutenção e até mesmo de aumento na diversidade biológica.

### Variações na importância ecológica das espécies

As espécies *Eschweilera coriacea* (matamatá branco), *Rinorea guianensis* (acariquarana) e *Lecythis idatimon* (ripeiro) foram as mais importantes, ecologicamente, nesse período de nove anos, pois nas duas medições, realizadas em 1998 e 2007, as três permaneceram em 1º, 2º e 3º lugares, respectivamente (Tabela 2). As espécies *Eschweilera coriacea* e *Rinorea guianensis*, apesar de terem mantido as primeiras posições, tiveram os valores de IVIA% reduzidos por causa da queda dos valores de seus parâmetros estruturais. *Lecythis idatimon*, ao contrário, teve um aumento de 0,92 no seu IVIA%, graças ao aumento de seus parâmetros estruturais, principalmente da dominância, causado pelo ingresso de cinco indivíduos em contrapartida à baixa mortalidade e ao aumento do CAP da população.

Um estudo realizado por Souza *et al* (2006), em uma floresta ombrófila densa de terra firme, não explorada, mostrou que *Lecythis idatimon* ocupou o primeiro lugar na hierarquia de importância, graças aos elevados valores de dominância e densidade. As espécies *Eschweilera coriacea* e *Rinorea guianensis* também entraram na classificação das espécies de maior importância relativa, o que demonstra o alto grau de recuperação da floresta que sofreu uma exploração florestal.

*Eschweilera blanchetiana* (matamatá preto) e *Vouacapoua americana* (acapu), que estavam na 4ª e 5ª posições no ano de 1998, respectivamente, inverteram suas posições na medição realizada em 2007 (Tabela 2). *Eschweilera blanchetiana* teve o seu IVIA% reduzido, por causa da queda de todos os parâmetros estruturais, ocasionada pela intensa mortalidade dos indivíduos aci-

ma de 10 cm de altura (regeneração natural) e pela morte de dois indivíduos com CAPs de 130 cm e 122 cm. *Vouacapoua americana* mostrou aumento em todos os valores de seus parâmetros. Essa espécie apresentou um rápido crescimento em circunferência, no período de nove anos, com indivíduos que tiveram aumentos de CAP de 7 cm, 10 cm e 18 cm, por exemplo.

*Pouteria* sp. (abiu arrepiado), *Cecropia purpurascens* (embaúba vermelha), *Manilkara huberi* (maçaranduba), *Pouteria macrophylla* (abiurana) e *Chrysophyllum prieurii* (abiu casca fina), que estavam na 6ª, 8ª, 10ª, 14ª e 17ª posições, respectivamente, tiveram uma pequena queda nas suas posições por causa da redução dos valores de IVIA% (Tabela 2).

*Pouteria* sp. caiu uma posição, indo do 6º para o 7º lugar, com redução de 0,28 no IVIA%. Essa pequena diferença é explicada pelo fato de todos os parâmetros, com exceção da dominância e da regeneração natural, terem diminuído, principalmente o parâmetro abundância, por causa de grande número de indivíduos que morreram. O mesmo aconteceu com *Cecropia purpurascens*, que reduziu apenas uma posição, indo do 8º para o 9º lugar na classificação das 40 espécies de maior IVIA%.

*Manilkara huberi* desceu da 10ª para a 13ª posição na hierarquia do povoamento, o que ocorreu principalmente pela queda significativa do parâmetro posição sociológica, com uma redução de 0,88 no seu valor.

*Pouteria macrophylla* e *Chrysophyllum prieurii* caíram uma posição cada, indo da 14ª para a 15ª posição e da 17ª para a 18ª posição hierárquica, respectivamente. *Pouteria macrophylla* teve redução de todos os seus parâmetros, com exceção da dominância, fazendo que essa espécie caísse apenas uma posição. A intensa mortalidade dessa espécie permitiu essa redução na posição. *Chrysophyllum prieurii* sofreu redução de todos os seus parâmetros, permitindo que o seu IVIA% se reduzisse de 0,167.

*Pouteria guianensis* (abiu vermelho), *Cecropia obtusa* (embaubão) e *Tachygalia mymercophilla* (tachi preto) subiram de posição. *Pouteria guianensis* teve um aumento de 0,052 no seu IVIA%, devido ao aumen-

**Tabela 1:** Quociente de Mistura de Jentsch no ano de 1998 e 2007, de uma floresta explorada em Moju, PA

	RN		PA		Total	
	1998	2007	1998	2007	1998	2007
Espécies	230	266	175	192	270	302
Indivíduos	6049	6595	1827	2086	7876	8681
QM	1:26	1:25	1:10	1:11	1:29	1:29

RN = Regeneração Natural; PA = Povoamento Adulto; QM= Quociente de Mistura de Jentsch

to dos parâmetros abundância, frequência e posição sociológica, apesar da alta mortalidade dos indivíduos acima de 10 cm de altura, fazendo que o parâmetro regeneração natural tivesse um decréscimo de 0,29 no seu valor. *Cecropia obtusa* subiu 1,338 no valor de seu IVIA%. Esse fato é explicado pelo rápido crescimento em diâmetro que essa espécie apresentou, como o aumento no CAP de 83 cm para 114,4 cm, de 91 cm para 108 cm, e de 81 cm para 101 cm em um intervalo de tempo de nove anos. *Tachygalia myrmecophylla* obte-

ve um aumento de 0,573 no seu IVIA%, graças principalmente ao incremento de CAP de oito indivíduos dessa espécie, variando entre 25 cm até 135 cm de aumento da circunferência.

*Protium tenuifolium* (breu preto), *Licania sclerophylla* (caripé), *Bauhinia cf. coronata* (escada de jabuti) e *Sterculia pruriens* (axixá) subiram na classificação das 40 espécies de maior IVIA%, em um período de nove anos.

**Tabela 2:** Ordenamento das espécies pelo Índice de Valor de Importância Ampliado (IVIA), nas estruturas da floresta tropical de terra firme da Estação Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, Moju, PA, em 1998 e 2007

Espécie	IVIA % 1998	Hierarquia	IVIA % 2007	Espécie
<i>Eschweilera coriaceae</i> (A. DC.) Mori	9,470	1°	8,714	<i>Eschweilera coriaceae</i> (A. DC.) Mori
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	8,228	2°	7,919	<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.
<i>Lecythis idatimon</i> Aubl.	6,398	3°	7,318	<i>Lecythis idatimon</i> Aubl.
<i>Eschweilera blanchetiana</i> (Berg) Miers	5,013	4°	4,295	<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.
<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	3,955	5°	3,442	<i>Eschweilera blanchetiana</i> (Berg) Miers
<i>Pouteria</i> sp.	2,691	6°	3,224	<i>Cecropia obtusa</i> Trécu L.
<i>Trattinickia burseraefolia</i> (Mart.) Wild.	2,151	7°	2,411	<i>Pouteria</i> sp.
<i>Cecropia purpurascens</i> C. C. Berg.	2,070	8°	2,393	<i>Tachygalia myrmecophylla</i> Ducke
<i>Cecropia obtusa</i> Trécu L.	1,886	9°	1,984	<i>Cecropia purpurascens</i> C. C. Berg.
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	1,824	10°	1,888	<i>Licania sclerophylla</i> (Mart ex Hook) Frisch.
<i>Tachygalia myrmecophylla</i> Ducke	1,820	11°	1,842	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	1,790	12°	1,742	<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K. Schum.
<i>Lecythis pisonis</i> Cambers	1,744	13°	1,562	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier
<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam) Eyma	1,510	14°	1,378	<i>Trattinickia burseraefolia</i> (Mart.) Wild.
<i>Inga thibaudiana</i> DC	1,412	15°	1,269	<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam) Eyma
<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K. Schum.	1,390	16°	1,243	<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.
<i>Chrysophyllum prieurii</i> A. DC	1,388	17°	1,241	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T. D.	1,358	18°	1,221	<i>Chrysophyllum prieurii</i> A. DC
<i>Newtonia suaveolens</i> (Miq.) Brenan.	1,354	19°	1,159	<i>Protium subserratum</i> Engl.
<i>Protium subserratum</i> Engl.	1,256	20°	1,111	<i>Inga</i> sp
<i>Stripnodendron paniculatum</i> Poepp. & Endl.	1,102	21°	1,101	<i>Inga thibaudiana</i> DC
<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	1,050	22°	1,023	<i>Lecythis pisonis</i> Cambers
<i>Licania sclerophylla</i> (Mart ex Hook) Frisch.	1,038	23°	0,977	<i>Newtonia suaveolens</i> (Miq.) Brenan.
<i>Hynenaea courbaril</i> L.	0,946	24°	0,949	<i>Symphonia globulifera</i> L. F.
<i>Protium trifoliolatum</i> Engl. Breu	0,932	25°	0,949	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.
<i>Virola melinonii</i> (R. Benoist) A. C. Sm.	0,932	26°	0,881	<i>Parkia ulei</i> (Harms) Kuhlm
<i>Manilkara paraensis</i> (Huber) Standl.	0,924	27°	0,881	<i>Stripnodendron paniculatum</i> Poepp. & Endl.
<i>Monotagma secundum</i>	0,916	28°	0,827	<i>Cordia bicolor</i> A. DC
<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	0,912	29°	0,783	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T. D.
<i>Cecropia leucocoma</i> Miquel.	0,902	30°	0,751	<i>Bauhinia cf. coronata</i> Benth.
<i>Parkia ulei</i> (Harms) Kuhlm	0,890	31°	0,751	<i>Hynenaea courbaril</i> L.
<i>Cordia bicolor</i> A. DC	0,854	32°	0,745	<i>Monotagma secundum</i>
<i>Ocotea canaliculata</i> (Rich.) Mez.	0,840	33°	0,719	<i>Protium guacayanum</i> Cuatrec.
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S. A. Mori	0,810	34°	0,717	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C. C. Berg
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	0,796	35°	0,711	<i>Virola melinonii</i> (R. Benoist) A. C. Sm.
<i>Licania micrantha</i> Miq.	0,774	36°	0,703	<i>Rinorea flavescens</i> (Aubl.) Kuntze
<i>Micrandra elata</i> Muell. Arg.	0,762	37°	0,689	<i>Eschweilera alba</i> Knuth.
<i>Protium guacayanum</i> Cuatrec.	0,748	38°	0,677	<i>Calathea aberrans</i>
<i>Qualea paraensis</i> Ducke	0,740	39°	0,643	<i>Anacardium giganteum</i> Loud. Ex. Steud.
<i>Bauhinia cf. coronata</i> Benth.	0,694	40°	0,637	<i>Cecropia leucocoma</i> Miquel.

*Protium tenuifolium* subiu da 22ª para a 16ª posição, com um aumento de 0,193 no IVIA%. Isso ocorreu graças ao aumento de seus parâmetros abundância, frequência e, principalmente, regeneração natural, com um alto índice de ingresso de indivíduos acima de 10 cm de altura. *Licania sclerophylla* subiu da 23ª para a 10ª posição, com um aumento de 0,85 no valor do IVIA%. Esse aumento explica-se pelo incremento de seus parâmetros estruturais, com exceção da regeneração natural.

*Bauhinia cf. coronata* aumentou de posição, apesar de ter tido o seu IVIA% reduzido. Esse fato decorre do aumento do número de espécies entre as duas medições, passando de 270 espécies, na primeira medição, para 302, na segunda, resultando numa repartição do IVIA por um maior número de espécies, na medição de 2007, diminuindo a magnitude desse parâmetro por espécie.

*Sterculia pruriens* subiu quatro posições na hierarquia do povoamento, indo da 16ª para a 12ª posição. Essa espécie teve um aumento de 0,352 no seu IVIA% ocasionado pelo aumento de todos os seus parâmetros, com exceção da regeneração natural. O principal fator foi o parâmetro dominância, no qual houve um aumento de 0,73 no seu valor, ocasionado pelo aumento do CAP de sete indivíduos, variando entre 12 cm e 36 cm, em um período de nove anos.

*Monotagma secundum* (cantan), *Trattinickia burseraefolia* (almesclão), *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Stryphnodendron paniculatum* (tachi pitomba) e *Lecythis pisonis* (sapucaia) desceram de posição nesse período de nove anos.

*Monotagma secundum* foi da 28ª para a 32ª posição, descendo quatro posições na classificação hierárquica por causa do parâmetro regeneração natural ter-se reduzido de 0,85, ocasionado pela morte de muitos indivíduos. As espécies *Trattinickia burseraefolia* e *Hymenaea courbaril* reduziram sete posições cada, indo da 7ª para a 14ª posição, e da 24ª para a 31ª posição, respectivamente. Ambas as espécies tiveram todos os parâmetros estruturais reduzidos. *T. burseraefolia* mostrou uma alta mortalidade dos indivíduos acima de 10 cm de altura, quando, de 219 indivíduos, contabilizados na primeira medição, restaram apenas 62 indivíduos, em 2007 e, também, por causa da morte de um indivíduo de 200 cm de CAP. *H. courbaril* reduziu de posição porque todos os indivíduos da regeneração natural morreram.

*Stryphnodendron paniculatum* desceu seis posições, ocupando a 27ª posição, na medição realizada em 2007, e *Lecythis pisonis* caiu nove posições, ficando na 35ª posição, em decorrência da redução de todos os seus parâmetros estruturais, com exceção da regeneração na-

tural, que se manteve para *S. paniculatum*. Em contrapartida, morreu o único indivíduo de *L. pisonis* e ingressou um indivíduo em 2007.

*Cecropia leucocoma* (embaúba branca) desceu da 30ª para a 40ª posição, ocupando o último lugar das quarenta espécies de maior IVIA%, tendo redução de 0,265. Todos os parâmetros estruturais dessa espécie foram reduzidos por morte de cinco indivíduos da população adulta, de um total de 11 na primeira medição, restando apenas seis indivíduos na medição de 2007. Outro fator foi a mortalidade de todos os indivíduos da regeneração natural, dos quais restou apenas um indivíduo com 11 cm de altura (Tabela 2).

Oito espécies saíram da classificação das 40 espécies de maior IVIA%. São elas: *Protium trifoliolatum* (breu), *Manilkara paraensis* (maparajuba), *Ocotea canaliculata* (louro branco), *Lecythis lurida* (jarana), *Caryocar glabrum* (piquiarana), *Licania micrantha* (cariperana), *Micrandra elata* (seringarana) e *Qualea paraensis* (mandioqueira escamosa). A saída dessas espécies foi ocupada por *Inga sp.* (ingá), *Symphonia globulifera* (anani), *Theobroma subincanum* (cupuí), *Brosimum lactescens* (janitá), *Rinorea flavescens* (canela de jacamim), *Eschweilera alba* (matamatá jiboia), *Calathea aberrans* (cauaçu) e *Anacardium giganteum* (cajuazeiro).

*Protium trifoliolatum* estava na 25ª posição e saiu da classificação das 40 espécies de maior IVIA%, por morte de 159 indivíduos que estavam presentes na regeneração natural, no ano de 1998. *Manilkara paraensis*, *Ocotea canaliculata* e *Lecythis lurida* (jarana) caíram de posição por causa da redução de todos os parâmetros estruturais, principalmente regeneração natural, causada pela morte de muitos indivíduos de *M. paraensis*.

*Caryocar glabrum*, *Licania micrantha*, *Micrandra elata* e *Qualea paraensis*, que estavam nas 35ª, 36ª, 37ª e 39ª posições, saíram da classificação das 40 espécies de maior IVIA%, por causa da redução dos valores de IVIA%. O IVIA de *M. elata* reduziu-se por morte de um indivíduo de 246 cm de CAP e por morte de indivíduos da regeneração natural.

*Inga sp.* subiu para o 20º lugar, com aumento de 0,513 no seu IVIA%, principalmente graças ao ingresso de nove indivíduos na população adulta. *Symphonia globulifera*, *Theobroma subincanum* e *Brosimum lactescens* subiram por causa do aumento de seus parâmetros estruturais, com exceção da regeneração natural para *T. subincanum*.

*Rinorea flavescens*, *Eschweilera alba*, *Calathea aberrans* e *Anacardium giganteum* subiram para as 36ª, 37ª, 38ª e 39ª posições, respectivamente (Tabela 2). *Rinorea flavescens* teve aumento em todos os parâmetros estrutu-

rais, e isso foi possível graças ao recrutamento de 207 indivíduos nesse período de nove anos. *E. alba* mostrou aumento nos parâmetros abundância, frequência e dominância. *C. aberrans* teve um pequeno aumento do IVIA%, mas, pelo fato dos valores de IVIA% serem menores em 2007, permitiu-se o ingresso. *A. giganteum* obteve aumento em todos os parâmetros estruturais graças ao rápido crescimento que essa espécie apresentou.

Ao longo de seis anos de monitoramento em floresta tropical não perturbada, verificou-se que a hierarquia relativa das espécies, em termos de IVIA só foi alterada a partir da vigésima posição (Jardim & Silva, 2003). Neste estudo, no entanto, os resultados mostram que, após a exploração madeireira, a importância ecológica relativa das espécies sofreu grande alteração, já nas primeiras posições, em termos de IVIA. Isso foi corroborado pelos valores moderados do coeficiente de correlação de Spearman entre os IVIA de 1998 e de 2007, avaliados em  $p = 0,80$ , para as 20 espécies mais importantes em termos de IVIA, e em  $p = 0,66$ , quando avaliado para as 50 espécies mais importantes.

As principais diferenças entre o ambiente na clareira e sob o dossel fechado são o aumento da luz e mudanças na sua qualidade, o aumento de temperatura e um déficit hídrico. Pode haver também aumento da disponibilidade de nutrientes, quando plantas mortas são decompostas (Whitmore, 1978). Essas mudanças no meio físico alteram a biocenose, pois mudas estabelecidas morrem por sua sensibilidade à luz, plantas de espécies secundárias aparecem e outras têm seu crescimento maximizado (Jardim *et al.*, 1993).

A interação entre o ambiente alterado das clareiras provocadas pela exploração madeireira e os diferentes grupos ecológicos que compõem a vegetação pode explicar a ascensão, na hierarquia do IVIA, de espécies conhecidamente mais intolerantes à sombra, como *Cecropia obtusa*, *Tachigalia myrmecophylla*, *Sterculia pruriens* e *Inga sp.*, cujo recrutamento e crescimento foram favorecidos ao longo dos dez anos de monitoramento, mas que deverão se estabilizar depois do fechamento das clareiras, como mostraram alguns resultados nessa área de estudo (Nemer & Jardim, 2004; Jardim & Vasconcelos, 2006; Jardim & Soares, 2010; Santos & Jardim, 2012).

## CONCLUSÕES

Dez anos após a exploração madeireira, a alta heterogeneidade foi mantida, e até aumentou, no sub-bosque da floresta estudada, graças ao ingresso de espécies com forte demanda por luz. Por outro lado, a composição florística e a estrutura da floresta manejada ainda não voltaram ao estado original, pois mostrou-se grande a importância de espécies que em florestas não perturbadas não teriam grande expressão em termos de IVIA.

## REFERÊNCIAS

- APG III (2009) An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161:105-121.
- Costa DHM, Ferreira CAP, Silva JNM, Lopes JCA & Carvalho JOP (1998) Potencial madeireiro de 200 hectares de floresta densa no município de Moju, Estado do Pará. Belém, Embrapa-CPATU. 33p. (Documentos, 121).
- Finol UH (1971) Nuevos Parámetros a Considerarse en el Análisis Estructural de las Selvas Virgenes Tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, 14:29-42.
- Francez LMB, Carvalho JOP & Jardim FCS (2007) Mudanças ocorridas na composição florística em decorrência da exploração florestal em uma área de floresta de terra firme na região de Paragominas, PA. *Acta Amazonica*, 37:219-228.
- Francez LMB, Carvalho JOP, Jardim FCS, Quanz B & Pinheiro KAO (2009) Efeito de duas intensidades de colheita de madeira na estrutura de uma floresta natural na região de Paragominas, Pará. *Acta Amazonica*, 39:851-864.
- Jardim FCS & Hosokawa RT (1986/1987) Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. *Acta Amazonica*, 16/17:411-508.
- Jardim FCS, Sena JRC & Miranda IS (2008) Dinâmica e estrutura da vegetação com DAP e" 5 cm em torno de clareiras da exploração florestal seletiva, em Moju Pará. *Revista de Ciências Agrárias*, 49:41-52.
- Jardim FCS & Silva GAP (2003) Análise da variação estrutural da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA, Manaus - AM. *Revista de Ciências Agrárias*, 39:25-54.
- Jardim FCS & Soares MS (2010) Comportamento de *Sterculia pruriens* (Aubl.) Schum. em floresta tropical manejada em Moju-PA. *Acta Amazonica*, 40:535-542.
- Jardim FCS & Vasconcelos LMR (2006) Dinâmica da regeneração natural de *Rinorea guianensis* Aublet, em uma floresta tropical primária explorada seletivamente, Moju(PA). *Revista de Ciências Agrárias*, 45:121-134.
- Jardim FCS, Volpato MML & Souza AL (1993) Dinâmica de sucessão natural em clareiras de florestas tropicais. Viçosa, SIF. 60p. (Documento, 10).
- Lima Filho DA, Revilla J, Coêlho LS, Ramos JF, Santos JL & Oliveira JG (2002) Regeneração Natural de três hectares de floresta ombrófila densa de terra firme na região do Rio Urucu-AM, Brasil. *Acta Amazonica*, 32:555-569.
- Mendes FS, Jardim FCS, Carvalho JOP, Souza DV, Araújo CB, Oliveira MG & Leal ES (2013) Dinâmica da estrutura da vegetação do sub-bosque sob influência da exploração em uma floresta de terra firme no município de Moju - PA. *Ciência Florestal*, 23:379-391.
- Mendes FS, Jardim FCS, Carvalho JOP, Lima TTS & Souza DV (2012) Dinâmica da composição florística do sub-bosque em floresta tropical manejada, no município de Moju, estado do Pará, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 55:117-123.
- MOBOT (2010) Missouri Botanical Garden. Trópicos Search. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Home.aspx>>. Acessado em: 15 de junho de 2010.
- Mory AM & Jardim FCS(2001) Comportamento de *Goupia glabra* Aubl. (Cupiúba) em diferentes níveis de desbaste por anelamento em florestas naturais. *Revista de Ciências Agrárias*, 36:55-66.



- Nemer TC & Jardim FCS (2004) Crescimento diamétrico de uma população de *Eschweilera odora* (POEPP.) Miers com DAP e" 5cm durante três anos em uma floresta tropical de terra-firme manejada, Moju-Pará-Brasil. Revista de Ciências Agrárias, 41:77-88.
- Santos CAN & Jardim FCS (2012) Dinâmica da regeneração natural de *Vouacapoua americana* com diâmetro < 5 cm, influenciada por clareiras, em Moju, Pará. Floresta, 42:495-508.
- Santos PL, Silva JML, Silva BNR, Santos RD & Rego GS (1985) Levantamento semidetalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras para culturas de dendê e seringueira. Rio de Janeiro, Embrapa/SNLCS. p. 192. (relatório técnico).
- Serrão DR, Jardim FCS & Nemer TC (2003) Sobrevivência de seis espécies florestais em uma área explorada seletivamente no município de Moju, Pará. Revista Cerne, 9:153-163.
- Souza DR, Souza AL, Leite HG & Yared JAG (2006) Análise Estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. Revista Árvore, 30:75-87.
- Swaine MD & Hall JB (1983) Early succession on cleared forest land in Ghana. Journal of Ecology, 71:601-627.
- Whitmore TC (1978) Gaps in the forest canopy. In: Tomlinson PB & Zimmerman MH (Eds.) Tropical trees as living systems. London, Cambridge University Press. p. 639-655.